



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108186017 A

(43)申请公布日 2018.06.22

(21)申请号 201711232178.9

(22)申请日 2017.11.30

(71)申请人 北京理工大学

地址 100081 北京市海淀区中关村南大街5号

(72)发明人 李敬 郝阳 黄强 周基阳

保罗·达里奥 加斯托内·丘蒂

(74)专利代理机构 北京理工大学专利中心

11120

代理人 仇蕾安 高燕燕

(51)Int.Cl.

A61B 5/06(2006.01)

A61B 5/07(2006.01)

A61B 1/04(2006.01)

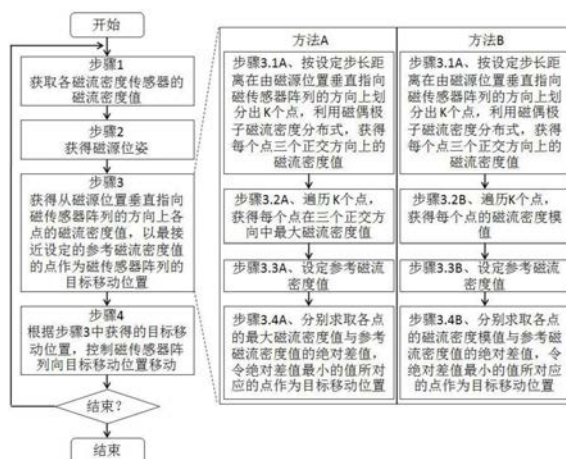
权利要求书2页 说明书12页 附图2页

(54)发明名称

一种用于确定内窥镜胶囊体内位姿的检测系统和方法

(57)摘要

本发明公开了一种用于确定内窥镜胶囊体内位姿的检测系统和方法。本发明通过实时获知磁源位置,相应地移动磁传感器阵列,以可移动的小型磁传感器阵列代替固定不动的大型磁传感器阵列,以减少传感器阵列的规模,从而减少非线性优化算法的计算量,并使磁源处于检测阵列可检测范围内的较好位置,能够使磁传感器阵列始终保持较高的检测精度。



1. 一种用于确定内窥镜胶囊体内位姿的方法, 采用 $M \times N$ 个三轴磁流密度传感器组成的磁传感器阵列进行体外探测; 内窥镜胶囊内设有磁源, 并将内窥镜胶囊置于体内; 其特征在于: 将磁传感器阵列与运动设备固连, 通过磁传感器阵列实时获得体内磁源的位姿, 并根据所述位姿, 通过控制运动设备, 实现磁传感器阵列与磁源的跟随。

2. 如权利要求1所述的一种用于确定内窥镜胶囊体内位姿的方法, 其特征在于, 其具体实现方法为:

步骤一、获取各磁流密度传感器的磁流密度值

在任意采样时刻, 第 i 行第 j 列的磁流密度传感器的三个正交方向的磁流密度值由当前位置的磁流密度传感器采集获得; 其中, $i \in [1, M]$, $j \in [1, N]$;

步骤二、获得磁源位姿

将步骤一中获得各磁流密度传感器的磁流密度值、磁源指向对应磁传感器的三维空间矢量、真空磁导率和磁矩代入磁偶极子磁流密度分布式, 获得磁源位姿;

步骤三、获得从磁源位置垂直指向磁传感器阵列的方向上各点的磁流密度值, 以最接近设定的参考磁流密度值的点作为磁传感器阵列的目标移动位置;

步骤四、根据步骤三中获得的目标移动位置, 控制运动设备带动磁传感器阵列向目标移动位置移动。

3. 如权利要求2所述的一种用于确定内窥镜胶囊体内位姿的方法, 其特征在于, 所述步骤三中获得目标移动位置的具体方法为:

步骤3.1A、按设定步长距离在由磁源位置垂直指向磁传感器阵列的方向上划分出 K 个点, 利用磁偶极子磁流密度分布式, 获得每个点三个正交方向上的磁流密度值;

步骤3.2A、遍历 K 个点, 获得每个点在三个正交方向中最大磁流密度值;

步骤3.3A、设置参考磁流密度值;

步骤3.4A、分别求取各点的最大磁流密度值与参考磁流密度值的绝对差值, 令绝对差值最小的值所对应的点作为目标移动位置。

4. 如权利要求3所述的一种用于确定内窥镜胶囊体内位姿的方法, 其特征在于, 步骤3.3A中设定参考磁流密度值的具体方法为:

设定一测量裕度参数 η , 令参考磁流密度值 $B_a = \eta B_s$, 其中 B_s 为量程上限。

5. 如权利要求2所述的一种用于确定内窥镜胶囊体内位姿的方法, 其特征在于, 所述步骤三中获得目标移动位置的具体方法为:

步骤3.1B、按设定步长距离在由磁源位置垂直指向磁传感器阵列的方向上划分出 K 个点, 利用磁偶极子磁流密度分布式, 获得每个点三个正交方向上的磁流密度值;

步骤3.2B、根据步骤3.1B中获得的各方向上的磁流密度值, 遍历 K 个点, 获得每个点磁流密度模值;

步骤3.3B、设定参考磁流密度值;

步骤3.4B、分别求取各点的磁流密度模值与参考磁流密度值的绝对差值, 令绝对差值最小的值所对应的点作为目标移动位置。

6. 如权利要求5所述的一种用于确定内窥镜胶囊体内位姿的方法, 其特征在于, 所述步骤3.3B中设定参考磁流密度值的具体方法为:

设定一测量裕度参数 η , 令参考磁流密度值 $B_a = \eta B_s$, 其中 B_s 为磁流密度传感器的量程上

限。

7. 如权利要求2或3或4或5或6所述的一种用于确定内窥镜胶囊体内位姿的方法, 其特征在于, 所述步骤四中, 根据运动设备的实际情况, 以目标移动位置为目标, 控制磁传感器阵列在x、y、z三个方向上, 任意选择一个或两个或三个方向移动。

8. 一种内窥镜胶囊体内位姿检测系统, 其特征在于, 包括内窥镜胶囊、磁传感器阵列、磁源位姿处理模块、运动设备;

所述内窥镜胶囊设有磁源;

所有磁传感器阵列, 用于探测内窥镜胶囊的磁流密度值, 并将获得的磁流密度值传送至磁源位姿处理模块;

所述磁源位姿处理模块, 用于根据获得的磁流密度值, 确定磁传感器阵列的移动位置, 并以所述移动位置为移动目标, 控制运动设备带动磁传感器阵列移动。

一种用于确定内窥镜胶囊体内位姿的检测系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及磁场检测技术领域,具体涉及一种用于确定内窥镜胶囊体内位姿的检测系统和方法。

背景技术

[0002] 安装有微型摄像头的内窥镜胶囊可由吞服或肛门插入等方式,经过人体自然孔口进入人体消化道内,拍摄消化道内壁的图像并输出到显示设备上,辅助医生诊察消化道内壁的病变。在内窥镜胶囊中内置磁源,并使用外部设备对该磁源所产生的磁流密度进行检测、运行定位算法,可获得内窥镜胶囊在人体消化道中的位置和姿态,有助于提高内窥镜胶囊的诊察效率和性能。

[0003] 现有技术(专利号US005762064A)公布了一种方案,利用固定于人体外的空间中某位置的磁传感器(至少两个三轴磁传感器),检测置于人体内部的带有磁源的医学设备所产生的磁流密度,再通过定位算法处理所采集的各传感器的磁流密度,可估计位于人体内的带有磁源的医学设备的位置和姿态。

[0004] 但是,该方法只适用于磁源运动范围较小的情况,仅需使用较少数量的磁传感器组成较小规模的阵列即可满足磁源位置和姿态测量的实际应用需求。然而,带有内置磁源的内窥镜胶囊需要在人体胃肠道中做较大范围的运动,进而会涉及更多磁传感器形成较大规模的磁传感器阵列以覆盖内窥镜胶囊的整个运动区域。更多的磁传感器将会同时测得更多组磁流密度测量值,这将对运行定位算法的数据处理系统造成更多计算负担,不利于提高系统的实时性。而且,在较大规模的磁传感器阵列中,距离磁源较远的磁传感器测得的磁信号容易受到环境中各种磁噪声的影响(例如地磁场),不利于提高系统的综合测量精度。

发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明提供了一种用于确定内窥镜胶囊体内位姿的检测系统和方法,不仅能够提高系统的实时性,而且不易受到磁噪声影响。

[0006] 一种用于确定内窥镜胶囊体内位姿的方法,采用 $M \times N$ 个三轴磁流密度传感器组成的磁传感器阵列进行体外探测;内窥镜胶囊内设有磁源,并将内窥镜胶囊置于体内;将磁传感器阵列与运动设备固连,通过磁传感器阵列实时获得体内磁源的位姿,并根据所述位姿,通过控制运动设备,实现磁传感器阵列与磁源的跟随。

[0007] 较佳地,其具体实现方法为:

[0008] 步骤一、获取各磁流密度传感器的磁流密度值

[0009] 在任意采样时刻,第 i 行第 j 列的磁流密度传感器的三个正交方向的磁流密度值由当前位置的磁流密度传感器采集获得;其中, $i \in [1, M]$, $j \in [1, N]$;

[0010] 步骤二、获得磁源位姿

[0011] 将步骤一中获得各磁流密度传感器的磁流密度值、磁源指向对应磁传感器的三维空间矢量、真空磁导率和磁矩代入磁偶极子磁流密度分布式,获得磁源位姿;

[0012] 步骤三、获得从磁源位置垂直指向磁传感器阵列的方向上各点的磁流密度值,以最接近设定的参考磁流密度值的点作为磁传感器阵列的目标移动位置;

[0013] 步骤四、根据步骤三中获得的目标移动位置,控制运动设备带动磁传感器阵列向目标移动位置移动。

[0014] 较佳地,所述步骤三中获得目标移动位置的具体方法为:

[0015] 步骤3.1A、按设定步长距离在由磁源位置垂直指向磁传感器阵列的方向上划分出K个点,利用磁偶极子磁流密度分布式,获得每个点三个正交方向上的磁流密度值;

[0016] 步骤3.2A、遍历K个点,获得每个点在三个正交方向中最大磁流密度值;

[0017] 步骤3.3A、设置参考磁流密度值;

[0018] 步骤3.4A、分别求取各点的最大磁流密度值与参考磁流密度值的绝对差值,令绝对差值最小的值所对应的点作为目标移动位置。

[0019] 较佳地,步骤3.3A中设定参考磁流密度值的具体方法为:

[0020] 设定一测量裕度参数 η ,令参考磁流密度值 $B_a = \eta B_s$,其中 B_s 为量程上限。

[0021] 较佳地,所述步骤三中获得目标移动位置的具体方法为:

[0022] 步骤3.1B、按设定步长距离在由磁源位置垂直指向磁传感器阵列的方向上划分出K个点,利用磁偶极子磁流密度分布式,获得每个点三个正交方向上的磁流密度值;

[0023] 步骤3.2B、根据步骤3.1B中获得的各方向上的磁流密度值,遍历K个点,获得每个点磁流密度模值;

[0024] 步骤3.3B、设定参考磁流密度值;

[0025] 步骤3.4B、分别求取各点的磁流密度模值与参考磁流密度值的绝对差值,令绝对差值最小的值所对应的点作为目标移动位置。

[0026] 较佳地,所述步骤3.3B中设定参考磁流密度值的具体方法为:

[0027] 设定一测量裕度参数 η ,令参考磁流密度值 $B_a = \eta B_s$,其中 B_s 为磁流密度传感器的量程上限。

[0028] 较佳地,所述步骤四中,根据运动设备的实际情况,以目标移动位置为目标,控制磁传感器阵列在x、y、z三个方向上,任意选择一个或两个或三个方向移动。

[0029] 一种内窥镜胶囊体内位姿检测系统,包括内窥镜胶囊、磁传感器阵列、磁源位姿处理模块、运动设备;

[0030] 所述内窥镜胶囊设有磁源;

[0031] 所有磁传感器阵列,用于探测内窥镜胶囊的磁流密度值,并将获得的磁流密度值传送至磁源位姿处理模块;

[0032] 所述磁源位姿处理模块,用于根据获得的磁流密度值,确定磁传感器阵列的移动位置,并以所述移动位置为移动目标,控制运动设备带动磁传感器阵列移动。

[0033] 有益效果:

[0034] 本发明通过实时获知磁源位置,相应地移动磁传感器阵列,以可移动的小型磁传感器阵列代替固定不动的大型磁传感器阵列,以减少传感器阵列的规模,从而减少非线性优化算法的计算量,并使磁源处于检测阵列可检测范围内的较好位置,能够使磁传感器阵列始终保持较高的检测精度。

附图说明

[0035] 图1为磁源运动空间示意图。

[0036] 图2为磁传感器阵列示意图。

[0037] 图3为确定磁源位姿方法的流程图。

具体实施方式

[0038] 下面结合附图并举两个实施例,对本发明进行详细描述。

[0039] 具体实施方式一:

[0040] 本发明提供了一种用于确定内窥镜胶囊体内位姿的检测系统和方法。

[0041] 待检查者通过口服或肛门插入的方式,将内窥镜胶囊置于体内,保持仰卧、侧卧或俯卧姿态,并将磁传感器阵列置于腹部正下方。

[0042] 如图1所示,设空间右手直角坐标系E的原点O位于待检查者腹部的几何中心,该坐标系的XOY平面与地面平行,Z轴垂直地面向上,并设待检测者腹部的宽度为 $2x_b$ 、长度为 $2y_b$ 、厚度为 $2z_b$ 。设待检测的内窥镜胶囊中内置有磁源 δ ,其磁矩为 $\vec{m}$,真空磁导率为 μ_0 ,其在某时刻 t 的位置坐标表示为 $(x_\delta(t), y_\delta(t), z_\delta(t))$ 。由于内窥镜胶囊在人体腹部范围内运动,故其运动范围是关于原点O对称的长方体三维空间,即:对任意时刻 t ,满足:

$$[0043] \quad -x_b \leq x_\delta(t) \leq x_b \quad (1)$$

$$[0044] \quad -y_b \leq y_\delta(t) \leq y_b \quad (2)$$

$$[0045] \quad -z_b \leq z_\delta(t) \leq z_b \quad (3)$$

[0046] 磁传感器阵列可用于检测内置磁源的内窥镜胶囊在人体内的位姿,其外观如图2所示,是由 $M \times N$ 个三轴磁流密度传感器组成的位于同一平面上的M行 N列 ($M \geq 2, N \geq 2$,均为整数) 矩形磁传感器阵列,其所在平面与坐标系E的 XOY平面始终保持平行。磁传感器阵列的列序数沿X轴正方向依次递增,行序数沿Y轴正方向依次递增。磁传感器阵列的行间距为 λ ,列间距为 μ 。

[0047] 为实现磁传感器阵列对待检测磁源的位置跟踪,设有运动设备固连于磁传感器阵列,可实现磁传感器阵列沿X、Y、Z三轴方向的平移运动,且在运动过程中可实时获取磁传感器阵列在坐标系E下的三维位置坐标。

[0048] 为便于描述磁传感器阵列的位置,以下以磁传感器阵列的几何中心C的位置描述磁传感器阵列的位置。设在某时刻 t ,磁传感器阵列的几何中心的位置坐标为 $(x_c(t), y_c(t), z_c(t))$ 。由于磁传感器阵列的检测范围覆盖磁源的运动范围,且位于待检测者腹部下方,因而有磁传感器阵列的运动范围为:在任意时刻 t ,满足

$$[0049] \quad -x_b \leq x_c(t) \leq x_b \quad (4)$$

$$[0050] \quad -y_b \leq y_c(t) \leq y_b \quad (5)$$

$$[0051] \quad z_c(t) < -z_b \quad (6)$$

[0052] 以磁传感器阵列的几何中心C为参考点,根据磁传感器的行列间距,可推知位于第 i 行第 j 列的磁流密度传感器在 t 时刻的位置坐标 $(x_{ij}(t), y_{ij}(t), z_{ij}(t))$ 如下式:

$$[0053] \quad (x_{ij}(t), y_{ij}(t), z_{ij}(t)) = (x_c(t) + \left(j - \frac{N+1}{2}\right)\mu, y_c(t) + \left(i - \frac{M+1}{2}\right)\lambda, z_c(t)) \quad (7)$$

[0054] 以下结合图3具体介绍确定磁源位姿的具体实现方法:

[0055] 步骤1、获取各磁流密度传感器的磁流密度值

[0056] 设所使用的磁流密度传感器的采样周期为 ΔT , 设 n 为采样周期数。对于初始时刻, $n=0$ 。

[0057] 在第 n 个采样周期中, 磁传感器阵列的第 i 行第 j 列的磁传感器所测三个正交方向的磁流密度值分别记为 $B_{ij,x}(n\Delta T)$ 、 $B_{ij,y}(n\Delta T)$ 、 $B_{ij,z}(n\Delta T)$ 。将该三个正交方向的磁流密度分量用矢量方式表示为

$$[0058] \quad \vec{B}_{ij}(n\Delta T) = (B_{ij,x}(n\Delta T), B_{ij,y}(n\Delta T), B_{ij,z}(n\Delta T)) \quad (8)$$

[0059] 在第 n 个采样周期中, 磁传感器阵列中的 $M \times N$ 个磁流密度传感器同时获取磁源在各磁传感器位置处的磁流密度值, 记为 $B(n\Delta T)$, 其中,

$$[0060] \quad B(n\Delta T) = \{\vec{B}_{ij}(n\Delta T) | i \in [1, M], j \in [1, N]\} \quad (9)$$

[0061] 在第 n 个采样周期中, 由运动设备可获得磁传感器阵列几何中心的位置坐标 $(x_c(n\Delta T), y_c(n\Delta T), z_c(n\Delta T))$, 再由公式 (7), 可得阵列中各磁传感器的位置坐标 $(x_{ij}(n\Delta T), y_{ij}(n\Delta T), z_{ij}(n\Delta T))$, 其中:

$$[0062] \quad x_{ij}(n\Delta T) = x_c(n\Delta T) + \left(j - \frac{N+1}{2}\right)\mu \quad (10)$$

$$[0063] \quad y_{ij}(n\Delta T) = y_c(n\Delta T) + \left(i - \frac{M+1}{2}\right)\lambda \quad (11)$$

$$[0064] \quad z_{ij}(n\Delta T) = z_c(n\Delta T) \quad (12)$$

[0065] 其中, $i \in [1, M]$, $j \in [1, N]$ 。

[0066] 步骤2、获得磁源位姿

[0067] 根据磁偶极子磁流密度模型计算磁源位姿。将系统第 n 个采样周期各传感器采样得到的磁流密度数据和各磁传感器的位置坐标代入磁偶极子磁流密度分布公式:

$$[0068] \quad \vec{B}_{ij}(n\Delta T) = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{r_{ij}^2(n\Delta T)\vec{m} - 3\vec{r}_{ij}(n\Delta T)(\vec{r}_{ij}(n\Delta T) \times \vec{m})}{r_{ij}^5(n\Delta T)} \quad (13)$$

[0069] 其中, $\vec{B}_{ij}(n\Delta T)$ 为第 i 行第 j 列的磁传感器在第 n 个采样周期采得的磁流密度值, μ_0 为真空磁导率, $\vec{m}$ 为磁源的磁矩。 $\vec{r}_{ij}(n\Delta T)$ 为第 n 个采样周期, 即 $n\Delta T$ 时刻由磁源指向第 i 行第 j 列的磁传感器的三维空间矢量,

$$[0070] \quad \vec{r}_{ij}(n\Delta T) = (x_\delta(n\Delta T) - x_{ij}(n\Delta T), y_\delta(n\Delta T) - y_{ij}(n\Delta T), z_\delta(n\Delta T) - z_{ij}(n\Delta T)) \quad (14)$$

[0071] $r_{ij,t}(n\Delta T)$ 为矢量 $\vec{r}_{ij}(n\Delta T)$ 的模值,

$$[0072] \quad r_{ij}(n\Delta T) = \sqrt{(x_\delta(n\Delta T) - x_{ij}(n\Delta T))^2 + (y_\delta(n\Delta T) - y_{ij}(n\Delta T))^2 + (z_\delta(n\Delta T) - z_{ij}(n\Delta T))^2} \quad (15)$$

[0073] 综上, 将各磁传感器测量到的磁流密度值 $B(n\Delta T)$ 及磁传感器几何中心 C 的位置坐标 $(x_c(n\Delta T), y_c(n\Delta T), z_c(n\Delta T))$ 代入公式 (10) ~ (15), 形成方程组, 再通过求解非线性优化问题获得磁源在第 n 个采样周期, 即 $n\Delta T$ 时刻的位姿, 可得磁源位置 $(x_\delta(n\Delta T), y_\delta(n\Delta T), z_\delta(n\Delta T))$ 。所述非线性优化问题可使用“高斯-牛顿算法”或“林德伯格-马奎特算法”等

求解。

[0074] 步骤3、获得磁源位置正下方各点的磁流密度值,以最接近设定的磁流密度值的点作为磁传感器阵列几何中心的目标移动位置

[0075] 为了提高磁传感器阵列在下一采样周期的测量精度,可以结合已获得的磁源位置计算磁源周围的磁流密度分布,在空间中选择磁传感器测量精度较高的位置作为磁传感器阵列的目标移动位置。

[0076] 本发明提供方法A、方法B两种选取磁传感器阵列的目标移动位置的方法。

[0077] 方法A根据最大磁流密度分量值选取目标移动位置

[0078] 步骤3.1A、按设定步长距离将磁源位置正下方划分出K个点,利用磁偶极子磁流密度分布式,获得每个点三个正交方向上的磁流密度值

[0079] 将步骤2中获得的磁源的磁矩和磁源的位姿代入磁源磁流密度公式,计算位于磁源正下方各点在三个正交方向上的磁流密度值。

[0080] 根据测量精度要求,选取合适的步长距离h及测量步数上限K,计算位于磁源正下方距离磁源h至Kh范围内各点在第n个采样周期在三个正交方向上的磁流密度值。对于第k个点,即距离磁源kh处,其在三个正交方向上的磁流密度值为 $B_{k,x}(n\Delta T)$ 、 $B_{k,y}(n\Delta T)$ 、 $B_{k,z}(n\Delta T)$,其矢量表示为

$$[0081] \quad \vec{B}_k(n\Delta T) = (B_{k,x}(n\Delta T), B_{k,y}(n\Delta T), B_{k,z}(n\Delta T)) \quad (16)$$

[0082] 其值可根据磁偶极子磁流密度公式计算如下:

$$[0083] \quad \vec{B}_k(n\Delta T) = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{r_k^2(n\Delta T)\vec{m} - 3\vec{r}_k(n\Delta T)(\vec{r}_k(n\Delta T) \times \vec{m})}{r_k^5(n\Delta T)} \quad (17)$$

[0084] $k \in [1, K]$ 。

[0085] 其中, $\vec{B}_k(n\Delta T)$ 为位于磁源正下方的第k点处的磁流密度, μ_0 为真空磁导率, $\vec{m}$ 为磁源的磁矩, $\vec{r}_k(n\Delta T)$ 为第n个采样周期,即 $n\Delta T$ 时刻由磁源指向磁源正下方 kh 点的三维空间矢量,

$$[0086] \quad \vec{r}_k(n\Delta T) = (0, 0, kh) \quad (18)$$

[0087] $r_k(n\Delta T)$ 为矢量 $\vec{r}_k(n\Delta T)$ 的模值,

$$[0088] \quad r_k(n\Delta T) = kh \quad (19)$$

[0089] 步骤3.2A、遍历K个点,获得每个点在三个正交方向中最大磁流密度值

[0090] 对磁源正下方第1~K点,分别求取三个正交方向中磁流密度最大的方向所对应的磁流密度值,即最大磁流密度值。

[0091] 对于位于磁源正下方的第k点,其最大磁流密度值 $B_{k,\max}(n\Delta T)$ 为:

$$[0092] \quad B_{k,\max}(n\Delta T) = \max(B_{k,x}(n\Delta T), B_{k,y}(n\Delta T), B_{k,z}(n\Delta T)) \quad (20)$$

[0093] 步骤3.3A、设定参考磁流密度值

[0094] 根据所用磁流密度传感器的测量精度特性,设定参考磁流密度值。

[0095] 设磁传感器阵列所使用的磁流密度传感器在三个正交测量方向上具有相同的量程和测量精度特性,磁流密度传感器的量程上限为 B_s 。可根据具体测量需要设定一测量裕度参数 η 来选定参考磁流密度值 B_a :

[0096] $B_a = \eta B_s$ (21)

[0097] 其中,测量裕度参数 η 满足:

[0098] $0 < \eta < 1$ (22)

[0099] 步骤3.4A、分别求取各点的最大磁流密度值与参考磁流密度值的绝对差值,令绝对差值最小的值所对应的点作为目标移动位置

[0100] 在步骤3.2A中获得的磁源正下方各点当中寻找一点,使该点的最大磁流密度值与步骤3.3A中选取的参考磁流密度值 B_a 最接近,从而保证磁传感器阵列在下一个采样周期中具有较高的测量精度,此点即为磁传感器阵列的目标移动位置。

[0101] 对位于磁源正下方的第1~K点,选取最大磁流密度值与参考磁流密度值最接近的点作为目标移动位置。设磁传感器阵列的几何中心C的目标移动位置在点L,即磁源正下方第1点,该点所对应的步数 l 应满足:

[0102] $\{l \mid |B_{l,\max}(n \Delta T) - B_a| = \min(|B_{k,\max}(n \Delta T) - B_a|), k \in [1, K], l \in [1, K]\}$ (23)

[0103] 再通过由公式(23)计算获得的步数 l 推算目标移动位置点L的坐标,

[0104] $(x_L(n \Delta T), y_L(n \Delta T), z_L(n \Delta T)) = (x_s(n \Delta T), y_s(n \Delta T), z_s(n \Delta T) - lh)$ (24)

[0105] 其中, $(x_L(n \Delta T), y_L(n \Delta T), z_L(n \Delta T))$ 为目标移动位置点L的坐标。

[0106] 方法B根据磁流密度模值选取目标移动位置

[0107] 步骤3.1B、按设定步长距离将磁源位置正下方划分出K个点,利用磁偶极子磁流密度分布式,获得每个点三个正交方向上的磁流密度值

[0108] 将步骤2中获得的磁源的磁矩和磁源的位姿代入磁源磁流密度公式,计算位于磁源正下方各点在三个正交方向上的磁流密度值。

[0109] 根据测量精度要求,选取合适的步长距离 h 及测量步数上限 K ,计算位于磁源正下方距离磁源 h 至 Kh 范围内各点在第 n 个采样周期在三个正交方向上的磁流密度值,对于第 k 个点,即距离磁源 kh 处,其在三个正交方向上的磁流密度值为 $B_{k,x}(n \Delta T)$ 、 $B_{k,y}(n \Delta T)$ 、 $B_{k,z}(n \Delta T)$,其矢量表示为

[0110] $\vec{B}_k(n \Delta T) = (B_{k,x}(n \Delta T), B_{k,y}(n \Delta T), B_{k,z}(n \Delta T))$ (25)

[0111] 可根据磁偶极子磁流密度公式计算如下:

[0112] $\vec{B}_k(n \Delta T) = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{r_k^2(n \Delta T) \vec{m} - 3 \vec{r}_k(n \Delta T) (\vec{r}_k(n \Delta T) \times \vec{m})}{r_k^5(n \Delta T)}$ (26)

[0113] $k \in [1, K]$ 。

[0114] 其中, $\vec{B}_k(n \Delta T)$ 为位于磁源正下方的第 k 点处的磁流密度, μ_0 为真空磁导率, $\vec{m}$ 为磁源的磁矩, $\vec{r}_k(n \Delta T)$ 为第 n 个采样周期,即 $n \Delta T$ 时刻由磁源指向磁源正下方 kh 点的三维空间矢量,

[0115] $\vec{r}_k(n \Delta T) = (0, 0, kh)$ (27)

[0116] $r_k(n \Delta T)$ 为矢量 $\vec{r}_k(n \Delta T)$ 的模值,

[0117] $r_k(n \Delta T) = kh$ (28)

[0118] 步骤3.2B、根据步骤3.1B中获得的各方向上的磁流密度值,遍历 K 个点,获得每个点磁流密度模值

[0119] 对磁源正下方第1~K点,分别求取磁流密度模值。

[0120] 对于位于磁源正下方的第k点,其磁流密度模值 $B_k(n\Delta T)$ 为:

$$[0121] \quad B_k(n\Delta T) = \sqrt{B_{k,x}^2(n\Delta T) + B_{k,y}^2(n\Delta T) + B_{k,z}^2(n\Delta T)} \quad (29)$$

[0122] 步骤3.3B、设定参考磁流密度值

[0123] 根据所用磁流密度传感器的测量精度特性,设定参考磁流密度值。

[0124] 设磁传感器阵列所使用的磁流密度传感器在三个正交测量方向上具有相同的量程和测量精度特性,量程上限为 B_s 。可根据具体测量需要设定一测量裕度参数 η 来选定参考磁流密度值 B_a :

$$[0125] \quad B_a = \eta B_s \quad (30)$$

[0126] 其中,测量裕度参数 η 满足:

$$[0127] \quad 0 < \eta < 1 \quad (31)$$

[0128] 步骤3.4B、分别求取各点的磁流密度模值与参考磁流密度值的绝对差值,令绝对差值最小的值所对应的点作为目标移动位置

[0129] 在步骤3.2B中获得的磁源正下方第1~K点当中寻找一点,使该点的磁流密度模值与步骤3.3B中选取的参考磁流密度值 B_a 最接近,从而保证磁传感器阵列在下一个采样周期中具有较高的测量精度,此点即为磁传感器阵列的目标移动位置。

[0130] 对位于磁源正下方的第1~K点,选取磁流密度模值与参考磁流密度值最接近的点作为目标移动位置。设磁传感器阵列的几何中心C的目标移动位置在点L,即磁源正下方第1点,该点所对应的步数1应满足:

$$[0131] \quad \{1 \mid |B_1(n\Delta T) - B_a| = \min(|B_k(n\Delta T) - B_a|), k \in [1, K], 1 \in [1, K]\} \quad (32)$$

[0132] 再通过由公式(32)计算获得的步数1推算目标移动位置点L的坐标,

$$[0133] \quad (x_L(n\Delta T), y_L(n\Delta T), z_L(n\Delta T)) = (x_s(n\Delta T), y_s(n\Delta T), z_s(n\Delta T) - 1h) \quad (33)$$

[0134] 其中, $(x_L(n\Delta T), y_L(n\Delta T), z_L(n\Delta T))$ 为目标移动位置点L的坐标。

[0135] 步骤4、根据步骤3中获得的目标移动位置,控制磁传感器阵列向目标移动位置移动,返回步骤1,直至医生完成对消化道内壁的病变的诊察,停止工作。

[0136] 在磁传感器阵列第n次采样开始后、第n+1次采样开始前,运动设备带动磁传感器阵列向目标移动位置移动。该运动使得在第n+1次采样开始时,磁传感器阵列的几何中心C的位置与目标移动位置重合,即:

$$[0137] \quad (x_C(\Delta T + n\Delta T), y_C(\Delta T + n\Delta T), z_C(\Delta T + n\Delta T)) = (x_L(n\Delta T), y_L(n\Delta T), z_L(n\Delta T)) \quad (34)$$

[0138] 磁传感器阵列的几何中心C的位置与目标移动位置重合之后,返回步骤1,直至医生完成对消化道内壁的病变的诊察,停止工作。

[0139] 具体实施方式二:

[0140] 本发明提供了一种用于确定内窥镜胶囊体内位姿的检测系统和方法。

[0141] 待检查者通过口服或肛门插入的方式,将内窥镜胶囊置于体内,保持仰卧、侧卧或俯卧姿态,并将磁传感器阵列置于腹部正下方。

[0142] 如图1所示,设空间右手直角坐标系E的原点O位于待检查者腹部的几何中心,该坐标系的XOY平面与地面平行,Z轴垂直地面向上,并设待检测者腹部的宽度为 $2x_b$ 、长度为 $2y_b$ 、

厚度为 $2z_b$ 。设待检测的内窥镜胶囊中内置有磁源 δ ,其磁矩为 $\vec{m}$,真空磁导率为 μ_0 ,其在某时刻 t 的位置坐标表示为 $(x_\delta(t), y_\delta(t), z_\delta(t))$ 。由于内窥镜胶囊在人体腹部范围内运动,故其运动范围是关于原点 O 对称的长方体三维空间,即:对任意时刻 t ,满足:

$$[0143] \quad -x_b \leq x_\delta(t) \leq x_b \quad (35)$$

$$[0144] \quad -y_b \leq y_\delta(t) \leq y_b \quad (36)$$

$$[0145] \quad -z_b \leq z_\delta(t) \leq z_b \quad (37)$$

[0146] 磁传感器阵列可用于检测内置磁源的内窥镜胶囊在人体内的位姿,其外观如图2所示,是由 $M \times N$ 个三轴磁流密度传感器组成的位于同一平面上的 M 行 N 列 ($M \geq 2, N \geq 2$,均为整数)矩形磁传感器阵列,其所在平面与坐标系 E 的 XOY 平面始终保持平行。磁传感器阵列的列序数沿 X 轴正方向依次递增,行序数沿 Y 轴正方向依次递增。磁传感器阵列的行间距为 λ ,列间距为 μ 。

[0147] 为实现磁传感器阵列对待检测磁源的位置跟踪,设有运动设备固连于磁传感器阵列,可实现磁传感器阵列沿 Z 轴方向的平移运动,且在运动过程中可实时获取磁传感器阵列在坐标系 E 下的 Z 轴方向位置坐标。

[0148] 为便于描述磁传感器阵列的位置,以下以磁传感器阵列的几何中心 C 的位置描述磁传感器阵列的位置。设在某时刻 t ,磁传感器阵列的几何中心的位置坐标为 $(x_c(t), y_c(t), z_c(t))$ 。由于磁传感器阵列只在 Z 轴方向做平移运动,且位于待检测者腹部下方,因而有磁传感器阵列的运动范围为:在任意时刻 t ,满足

$$[0149] \quad x_c(t) = 0 \quad (38)$$

$$[0150] \quad y_c(t) = 0 \quad (39)$$

$$[0151] \quad z_c(t) < -z_b \quad (40)$$

[0152] 以磁传感器阵列的几何中心 C 为起始点,根据磁传感器的行列间距,可推知位于第 i 行第 j 列的磁传感器在 t 时刻的位置坐标 $(x_{ij}(t), y_{ij}(t), z_{ij}(t))$ 如下式:

$$[0153] \quad (x_{ij}(t), y_{ij}(t), z_{ij}(t)) = \left(\left(j - \frac{N+1}{2} \right) \mu, \left(i - \frac{M+1}{2} \right) \lambda, z_c(t) \right) \quad (41)$$

[0154] 以下结合图3具体介绍确定磁源位姿的具体实现方法:

[0155] 步骤1、获取各磁流密度传感器的磁流密度值

[0156] 设所使用的磁流密度传感器的采样周期为 ΔT ,设 n 为采样周期数。对于初始时刻, $n=0$ 。

[0157] 在第 n 个采样周期中,磁传感器阵列的第 i 行第 j 列的磁传感器所测三个正交方向的磁流密度值分别记为 $B_{ij,x}(n\Delta T)$ 、 $B_{ij,y}(n\Delta T)$ 、 $B_{ij,z}(n\Delta T)$ 。将该三个正交方向的磁流密度分量用矢量方式表示为

$$[0158] \quad \vec{B}_{ij}(n\Delta T) = (B_{ij,x}(n\Delta T), B_{ij,y}(n\Delta T), B_{ij,z}(n\Delta T)) \quad (42)$$

[0159] 在第 n 个采样周期中,磁传感器阵列中的 $M \times N$ 个磁流密度传感器同时获取磁源在各磁传感器位置处的磁流密度值,记为 $B(n\Delta T)$,其中,

$$[0160] \quad B(n\Delta T) = \{ \vec{B}_{ij}(n\Delta T) | i \in [1, M], j \in [1, N] \} \quad (43)$$

[0161] 在第 n 个采样周期中,由运动设备可获得磁传感器阵列几何中心的位置坐标 $(x_c(n\Delta T), y_c(n\Delta T), z_c(n\Delta T))$,再由公式(41),可得阵列中各磁传感器的位置坐标 $(x_{ij}(n\Delta T),$

$y_{ij}(n \Delta T), z_{ij}(n \Delta T)$), 其中:

$$[0162] \quad x_{ij}(n\Delta T) = \left(j - \frac{N+1}{2}\right) \mu \quad (44)$$

$$[0163] \quad y_{ij}(n\Delta T) = \left(i - \frac{M+1}{2}\right) \lambda \quad (45)$$

$$[0164] \quad z_{ij}(n \Delta T) = z_c(n \Delta T) \quad (46)$$

[0165] 其中, $i \in [1, M], j \in [1, N]$ 。

[0166] 步骤2、获得磁源位姿

[0167] 根据磁偶极子磁流密度模型计算磁源位姿。将系统第n个采样周期各传感器采样得到的磁流密度数据和各磁传感器的位置坐标代入磁偶极子磁流密度分布公式:

$$[0168] \quad \overline{B}_{ij}(n\Delta T) = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{r_{ij}^2(n\Delta T) \overline{m} - 3 \overline{r}_{ij}(n\Delta T) (\overline{r}_{ij}(n\Delta T) \times \overline{m})}{r_{ij}^5(n\Delta T)} \quad (47)$$

[0169] 其中, $\overline{B}_{ij}(n\Delta T)$ 为第i行第j列的磁传感器在第n个采样周期采得的磁流密度值, μ_0 为真空磁导率, $\overline{m}$ 为磁源的磁矩, $\overline{r}_{ij}(n\Delta T)$ 为第n个采样周期, 即 $n \Delta T$ 时刻由磁源指向第i行第j列的磁传感器的三维空间矢量,

$$[0170] \quad \overline{r}_{ij}(n\Delta T) = (x_\delta(n\Delta T) - x_{ij}(n\Delta T), y_\delta(n\Delta T) - y_{ij}(n\Delta T), z_\delta(n\Delta T) - z_{ij}(n\Delta T)) \quad (48)$$

[0171] $r_{ij,t}(n \Delta T)$ 为矢量 $\overline{r}_{ij}(n\Delta T)$ 的模值,

$$[0172] \quad r_{ij}(n\Delta T) = \sqrt{(x_\delta(n\Delta T) - x_{ij}(n\Delta T))^2 + (y_\delta(n\Delta T) - y_{ij}(n\Delta T))^2 + (z_\delta(n\Delta T) - z_{ij}(n\Delta T))^2} \quad (49)$$

[0173] 综上, 将各磁传感器测量到的磁流密度值 $B(n \Delta T)$ 及磁传感器几何中心C的位置坐标 $(x_c(n \Delta T), y_c(n \Delta T), z_c(n \Delta T))$ 代入公式 (44) ~ (49), 形成方程组, 再通过求解非线性优化问题获得磁源在第n个采样周期, 即 $n \Delta T$ 时刻的位姿, 可得磁源位置 $(x_\delta(n \Delta T), y_\delta(n \Delta T), z_\delta(n \Delta T))$ 。所述非线性优化问题可使用“高斯-牛顿算法”或“林德伯格-马奎特算法”等求解。

[0174] 步骤3、获得磁源位置正下方各点的磁流密度值, 以最接近设定的磁流密度值的点作为磁传感器阵列的目标移动位置

[0175] 为了提高磁传感器阵列在下一采样周期的测量精度, 可以结合已获得的磁源位置计算磁源周围的磁流密度分布, 在空间中选择磁传感器测量精度较高的位置作为磁传感器阵列的目标移动位置。

[0176] 本发明提供方法A、方法B两种选取磁传感器阵列的目标移动位置的方法。

[0177] 方法A根据最大磁流密度分量值选取目标移动位置

[0178] 步骤3.1A、按设定步长距离将磁源位置正下方划分出K个点, 利用磁偶极子磁流密度分布式, 获得每个点三个正交方向上的磁流密度值

[0179] 将步骤2中获得的磁源的磁矩和磁源的位姿代入磁源磁流密度公式, 计算位于磁源正下方各点在三个正交方向上的磁流密度值。

[0180] 根据测量精度要求, 选取合适的步长距离h及测量步数上限K, 计算位于磁源正下方距离磁源h至Kh范围内各点在第n个采样周期在三个正交方向上的磁流密度值, 对于第k

个点,即距离磁源 kh 处,其在三个正交方向上的磁流密度值为 $B_{k,x}(n\Delta T)$ 、 $B_{k,y}(n\Delta T)$ 、 $B_{k,z}(n\Delta T)$,其矢量表示为

$$[0181] \quad \vec{B}_k(n\Delta T) = (B_{k,x}(n\Delta T), B_{k,y}(n\Delta T), B_{k,z}(n\Delta T)) \quad (50)$$

[0182] 可根据磁偶极子磁流密度公式计算如下:

$$[0183] \quad \vec{B}_k(n\Delta T) = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{r_k^2(n\Delta T)\vec{m} - 3\vec{r}_k(n\Delta T)(\vec{r}_k(n\Delta T) \times \vec{m})}{r_k^5(n\Delta T)} \quad (51)$$

[0184] $k \in [1, K]$ 。

[0185] 其中, $\vec{B}_k(n\Delta T)$ 为位于磁源正下方的第 k 点处的磁流密度, μ_0 为真空磁导率, $\vec{m}$ 为磁源的磁矩, $\vec{r}_k(n\Delta T)$ 为第 n 个采样周期, 即 $n\Delta T$ 时刻由磁源指向磁源正下方 kh 点的三维空间矢量,

$$[0186] \quad \vec{r}_k(n\Delta T) = (0, 0, kh) \quad (52)$$

[0187] $r_k(n\Delta T)$ 为矢量 $\vec{r}_k(n\Delta T)$ 的模值,

$$[0188] \quad r_k(n\Delta T) = kh \quad (53)$$

[0189] 步骤3.2A、遍历 K 个点, 获得每个点在三个正交方向中最大磁流密度值对磁源正下方第1~ K 点, 分别求取三个正交方向中磁流密度最大的方向所对应的磁流密度值。

[0190] 对于位于磁源正下方的第 k 点, 其最大磁流密度值 $B_{k,\max}(n\Delta T)$ 为:

$$[0191] \quad B_{k,\max}(n\Delta T) = \max(B_{k,x}(n\Delta T), B_{k,y}(n\Delta T), B_{k,z}(n\Delta T)) \quad (54)$$

[0192] 步骤3.3A、设定参考磁流密度值

[0193] 根据所用磁流密度传感器的测量精度特性, 选取参考磁流密度值。

[0194] 设磁传感器阵列所使用的磁流密度传感器在三个正交测量方向上具有相同的量程和测量精度特性, 量程上限为 B_s 。可根据具体测量需要设定一测量裕度参数 η , 来选定参考磁流密度值 B_a :

$$[0195] \quad B_a = \eta B_s \quad (55)$$

[0196] 其中, 测量裕度参数 η 满足:

$$[0197] \quad 0 < \eta < 1 \quad (56)$$

[0198] 步骤3.4A、分别求取各点的最大磁流密度值与参考磁流密度值的绝对差值, 令绝对差值最小的值所对应的点作为目标移动位置

[0199] 在步骤3.2A中获得的磁源正下方第1~ K 点当中寻找一点, 使该点的最大磁流密度值与步骤3.3A中选取的参考磁流密度值最接近, 从而保证磁传感器阵列在下一个采样周期中具有较高的测量精度, 此点即为磁传感器阵列的目标移动位置。

[0200] 设磁传感器阵列的目标移动位置在点 L , 其坐标为 $(x_L(n\Delta T), y_L(n\Delta T), z_L(n\Delta T))$, 并设

$$[0201] \quad (x_L(n\Delta T), y_L(n\Delta T), z_L(n\Delta T)) = (x_s(n\Delta T), y_s(n\Delta T), z_s(n\Delta T) - lh) \quad (57)$$

[0202] 其中 l 为目标移动位置 L 与磁源在 Z 轴方向的距离以步长 h 计算的步数, 为实现最大磁流密度值与参考磁流密度值最接近, 该步数 l 满足:

$$[0203] \quad \{l \mid |B_{l,\max}(n\Delta T) - B_a| = \min(|B_{k,\max}(n\Delta T) - B_a|), k \in [1, K], l \in [1, K]\} \quad (58)$$

[0204] 通过求解步数 l 即获得磁传感器阵列的目标移动位置点 L 。由于磁传感器阵列只能

沿Z轴移动,因此,磁传感器阵列几何中心C的目标移动位置坐标为 $(0,0,z_L(n\Delta T))$ 。

[0205] 方法B根据磁流密度模值选取目标移动位置

[0206] 步骤3.1B、按设定步长距离将磁源位置正下方划分出K个点,利用磁偶极子磁流密度分布式,获得每个点三个正交方向上的磁流密度值

[0207] 将步骤2中获得的磁源的磁矩和磁源的位姿代入磁源磁流密度公式,计算位于磁源正下方各点在三个正交方向上的磁流密度值。

[0208] 根据测量精度要求,选取合适的步长距离h及测量步数上限K,计算位于磁源正下方距离磁源h至Kh范围内各点在第n个采样周期在三个正交方向上的磁流密度值,对于第k个点,即距离磁源kh处,其在三个正交方向上的磁流密度值为 $B_{k,x}(n\Delta T)$ 、 $B_{k,y}(n\Delta T)$ 、 $B_{k,z}(n\Delta T)$,其矢量表示为

$$[0209] \quad \vec{B}_k(n\Delta T) = (B_{k,x}(n\Delta T), B_{k,y}(n\Delta T), B_{k,z}(n\Delta T)) \quad (59)$$

[0210] 可根据磁偶极子磁流密度公式计算如下:

$$[0211] \quad \vec{B}_k(n\Delta T) = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{r_k^2(n\Delta T) \vec{m} - 3\vec{r}_k(n\Delta T)(\vec{r}_k(n\Delta T) \times \vec{m})}{r_k^5(n\Delta T)} \quad (60)$$

[0212] $k \in [1, K]$ 。

[0213] 其中, $\vec{B}_k(n\Delta T)$ 为位于磁源正下方的第k点处的磁流密度, μ_0 为真空磁导率, $\vec{m}$ 为磁源的磁矩, $\vec{r}_k(n\Delta T)$ 为第n个采样周期,即 $n\Delta T$ 时刻由磁源指向磁源正下方 kh 点的三维空间矢量,

$$[0214] \quad \vec{r}_k(n\Delta T) = (0, 0, kh) \quad (61)$$

[0215] $r_k(n\Delta T)$ 为矢量 $\vec{r}_k(n\Delta T)$ 的模值,

$$[0216] \quad r_k(n\Delta T) = kh \quad (62)$$

[0217] 步骤3.2B、根据步骤3.1B中获得的各方向上的磁流密度值,遍历K个点,获得每个点磁流密度模值

[0218] 对磁源正下方第1~K点,分别求取磁流密度模值。

[0219] 对于位于磁源正下方的第k点,其磁流密度模值 $B_k(n\Delta T)$ 为:

$$[0220] \quad B_k(n\Delta T) = \sqrt{B_{k,x}^2(n\Delta T) + B_{k,y}^2(n\Delta T) + B_{k,z}^2(n\Delta T)} \quad (63)$$

[0221] 步骤3.3B、设定参考磁流密度值

[0222] 根据所用磁流密度传感器的测量精度特性,设定参考磁流密度值。

[0223] 设磁传感器阵列所使用的磁流密度传感器在三个正交测量方向上具有相同的量程和测量精度特性,量程上限为 B_s 。可根据具体测量需要设定一测量裕度参数 η 来选定参考磁流密度值 B_a :

$$[0224] \quad B_a = \eta B_s \quad (64)$$

[0225] 其中,测量裕度参数 η 满足:

$$[0226] \quad 0 < \eta < 1 \quad (65)$$

[0227] 步骤3.4B、分别求取各点的磁流密度模值与参考磁流密度值的绝对差值,令绝对差值最小的值所对应的点作为目标移动位置

[0228] 在步骤3.2B中获得的磁源正下方第1~K点当中寻找一点,使该点的磁流密度模值

与步骤3.3B中选取的参考磁流密度值最接近,从而保证磁传感器阵列在下一个采样周期中具有较高的测量精度,此点即为磁传感器阵列的目标移动位置。

[0229] 设磁传感器阵列的目标移动位置在点L,其坐标为 $(x_L(n\Delta T), y_L(n\Delta T), z_L(n\Delta T))$,并设

$$[0230] \quad (x_L(n\Delta T), y_L(n\Delta T), z_L(n\Delta T)) = (x_\delta(n\Delta T), y_\delta(n\Delta T), z_\delta(n\Delta T) - 1h) \quad (66)$$

[0231] 其中1为目标移动位置L与磁源在Z轴方向的距离以步长h计算的步数,为实现磁流密度模值与参考磁流密度值最接近,该步数1满足:

$$[0232] \quad \{1 \mid |B_1(n\Delta T) - B_a| = \min(|B_k(n\Delta T) - B_a|), k \in [1, K], 1 \in [1, K]\} \quad (67)$$

[0233] 通过求解步数1即获得磁传感器阵列的目标移动位置点L。由于磁传感器阵列只能沿Z轴移动,因此,磁传感器阵列几何中心C的目标移动位置坐标为 $(0, 0, z_L(n\Delta T))$ 。

[0234] 步骤4、根据步骤3中获得的目标移动位置,控制磁传感器阵列向目标移动位置移动,返回步骤1,直至医生完成对消化道内壁的病变的诊察,停止工作

[0235] 在磁传感器阵列第n次采样开始后、第n+1次采样开始前,运动设备带动磁传感器阵列向目标移动位置移动。该运动使得在第n+1次采样开始时,磁传感器阵列的位置与目标移动位置重合,即:

$$[0236] \quad (x_C(\Delta T + n\Delta T), y_C(\Delta T + n\Delta T), z_C(\Delta T + n\Delta T)) = (0, 0, z_L(n\Delta T)) \quad (68)$$

[0237] 磁传感器阵列的位置与目标移动位置重合之后,返回步骤1,直至医生完成对消化道内壁的病变的诊察,停止工作。

[0238] 综上所述,以上仅为本发明的较佳实施例而已,并非用于限定本发明的保护范围。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

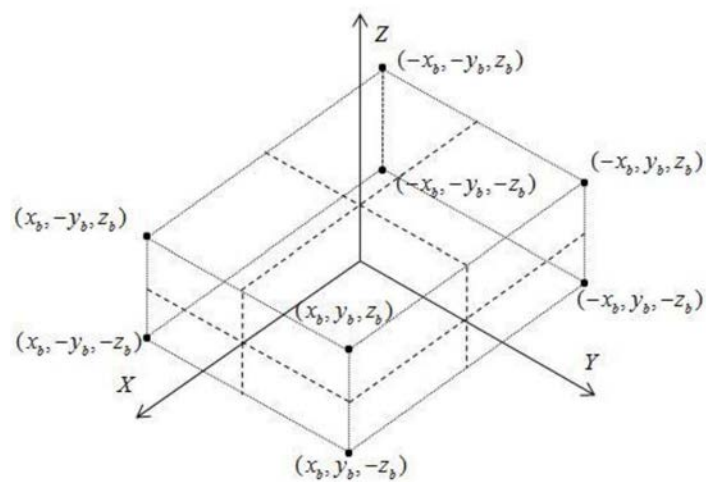


图1

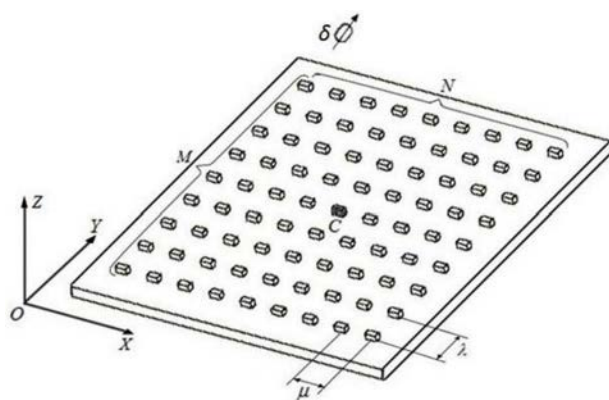


图2

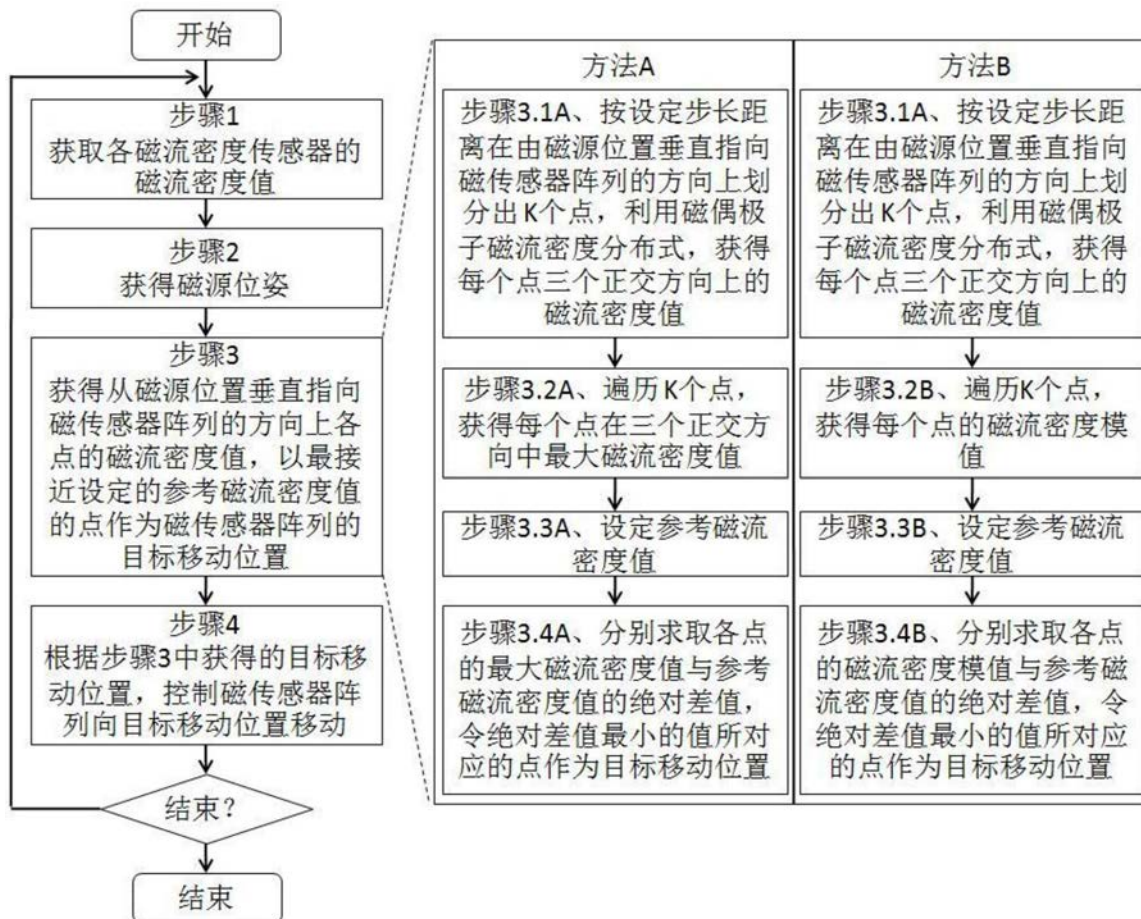


图3

专利名称(译)	一种用于确定内窥镜胶囊体内位姿的检测系统和方法		
公开(公告)号	CN108186017A	公开(公告)日	2018-06-22
申请号	CN2017111232178.9	申请日	2017-11-30
[标]申请(专利权)人(译)	北京理工大学		
申请(专利权)人(译)	北京理工大学		
当前申请(专利权)人(译)	北京理工大学		
[标]发明人	李敬 郝阳 黄强 周基阳 保罗·达里奥 加斯托内·丘蒂		
发明人	李敬 郝阳 黄强 周基阳 保罗·达里奥 加斯托内·丘蒂		
IPC分类号	A61B5/06 A61B5/07 A61B1/04		
CPC分类号	A61B1/041 A61B5/062 A61B5/073		
代理人(译)	高燕燕		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种用于确定内窥镜胶囊体内位姿的检测系统和方法。本发明通过实时获知磁源位置，相应地移动磁传感器阵列，以可移动的小型磁传感器阵列代替固定不动的大型磁传感器阵列，以减少传感器阵列的规模，从而减少非线性优化算法的计算量，并使磁源处于检测阵列可检测范围内的较好位置，能够使磁传感器阵列始终保持较高的检测精度。

